

図7 ガス吸入負荷試験結果

病名	ガス吸入負荷試験所見	エタノール	イソプロピルアルコール	キシレン	トルエン	N-ヘキサン	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	DEHP	2エチル1ヘキサンノール
		シックハウス症候群・化学物質過敏症疑い	陽性数	8	6	12	11		21	2
	陰性数	10	8	8	9		11	2	0	1
	陽性%	44.4	42.9	60.0	55.0		65.6	50.0	100.0	87.5
シックハウス症候群・化学物質過敏症の疑いが無い例	陽性数	0	0	0	0		0			0
	陰性数	4	4	3	2		2			1
	陽性%	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0			0.0

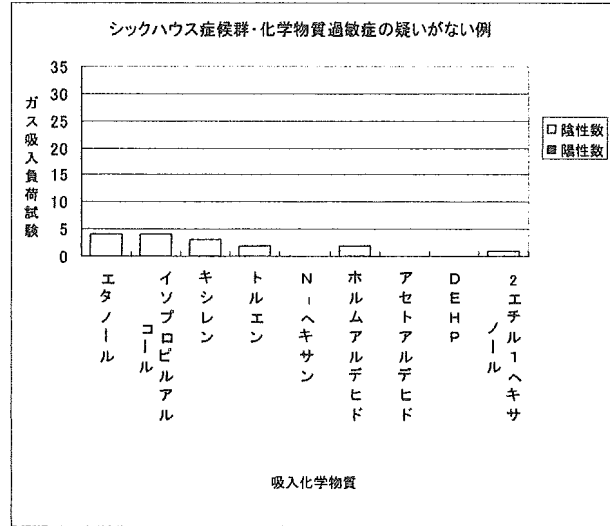
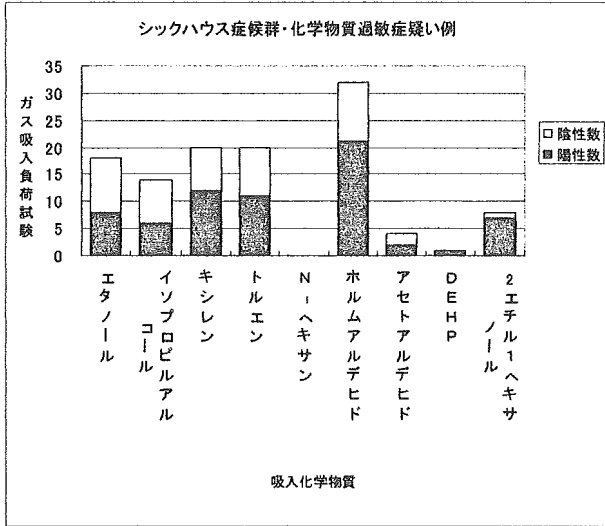


図8 ガス吸入負荷試験時症状

病名	ガス吸入負荷試験時症状	エタノール	イソプロピルアルコール	キシレン	トルエン	N-ヘキサン	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	DEHP	2エチル1ヘキサンノール
		シックハウス症候群・化学物質過敏症疑い	陽性数	1	1	7	8	0	12	0
	陰性数	17	14	13	10	1	20	4	1	3
	陽性%	5.6	6.7	35.0	44.4	0.0	37.5	0.0	0.0	62.5
シックハウス症候群・化学物質過敏症の疑いが無い例	陽性数	0	0	0	0		0			0
	陰性数	4	4	3	2		2			1
	陽性%	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0			0.0

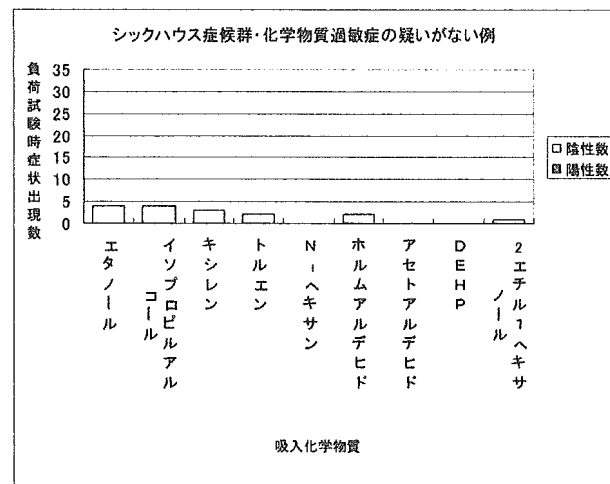
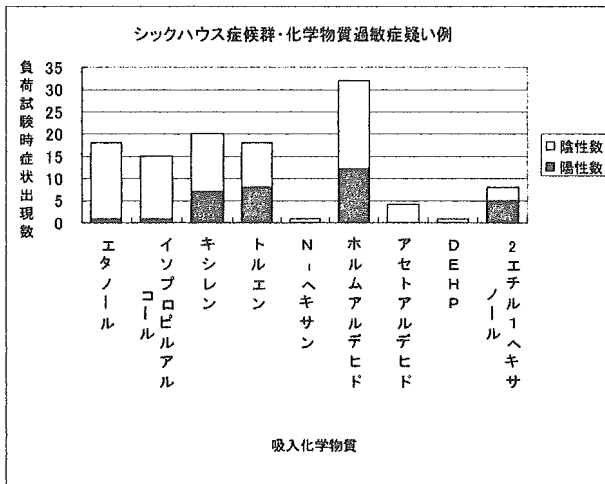


図9 ガス吸入負荷試験前後の起立試験結果

病名	起立試験結果 (負荷前→負荷後)	エタノール	イソプロピ ルアルコール	キシレン	トルエン	N-ヘキサ ン	ホルムアル デヒド	アセトアル デヒド	DEHP	2エチル1 ヘキサノール
シックハウス症候群・化学物 質過敏症疑い	正常→正常	0	0	1	1	0	3	0	0	0
	陽性→陽性	1	0	3	1	0	3	2	0	1
	正常→陽性	1	0	0	1	0	5	0	1	1
	陽性→悪化	0	0	1	2	0	5	1	0	6
	陽性→正常	0	1	0	0	1	0	1	0	1
シックハウス症候群・化学物 質過敏症の疑いが無い例	正常→正常									0
	陽性→陽性									0
	正常→陽性									1
	陽性→悪化									0
	陽性→正常									0

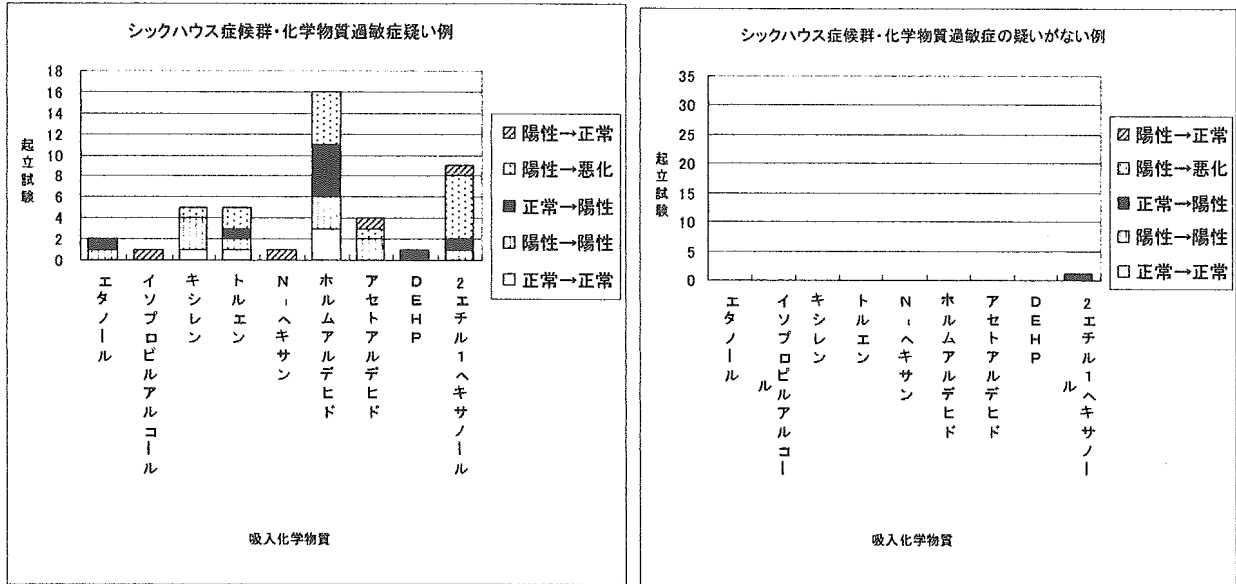


図10 室内化学物質測定を実施したシックハウス症候群・化学物質過敏症疑い例のガス吸入負荷試験前後の起立試験

病名	起立試験結果 (負荷前→負荷後)	エタノール	キシレン	トルエン	ホルムアル デヒド	アセトアル デヒド	2エチル1 ヘキサノール
シックハウス症候 群・化学物質過敏症 疑い	正常→正常	0	0	0	1	0	0
	陽性→陽性	0	1	1	2	1	0
	正常→陽性	1	0	0	2	0	0
	陽性→悪化	0	1	2	4	0	5
	陽性→正常						

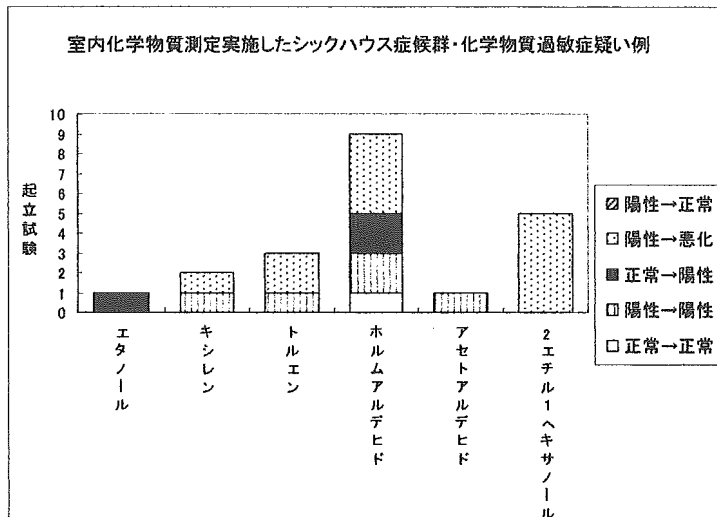


図 11 ホルムアルデヒド吸入負荷試験結果と室内ホルムアルデヒド濃度

室内ホルムアルデヒド濃度が高い例では、ホルムアルデヒド吸入負荷前に起立試験は陽性で、吸入負荷後は悪化する傾向がある。

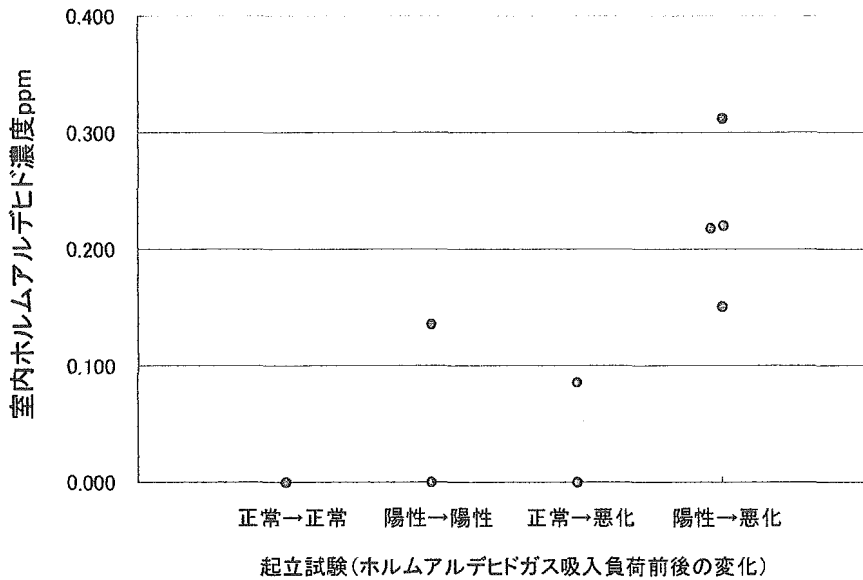


図 12 ホルムアルデヒド吸入負荷試験結果と室内パラジクロロベンゼン濃度

ホルムアルデヒド吸入負荷で起立試験が悪化する例では室内パラジクロロベンゼン濃度が高い。

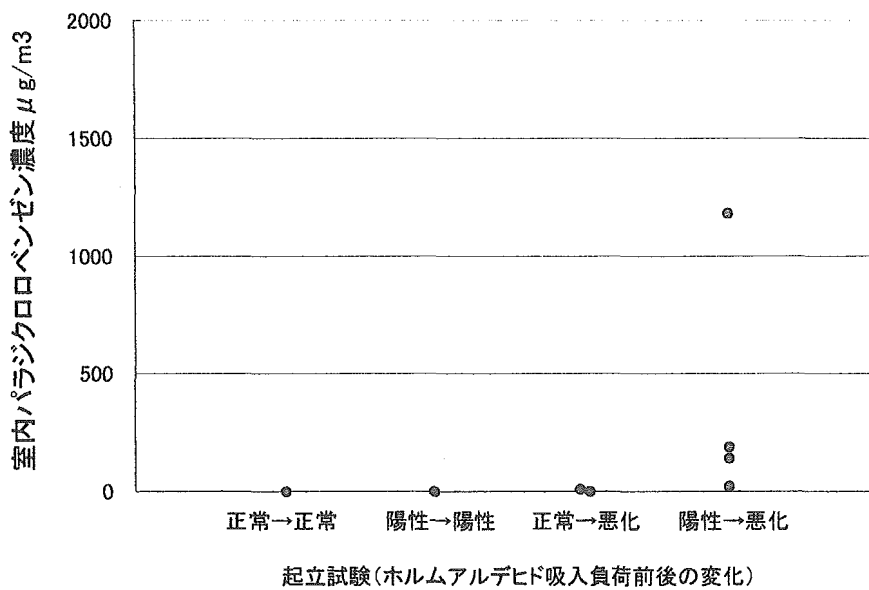


図 13 化学物質による神経系と免疫系の反応亢進

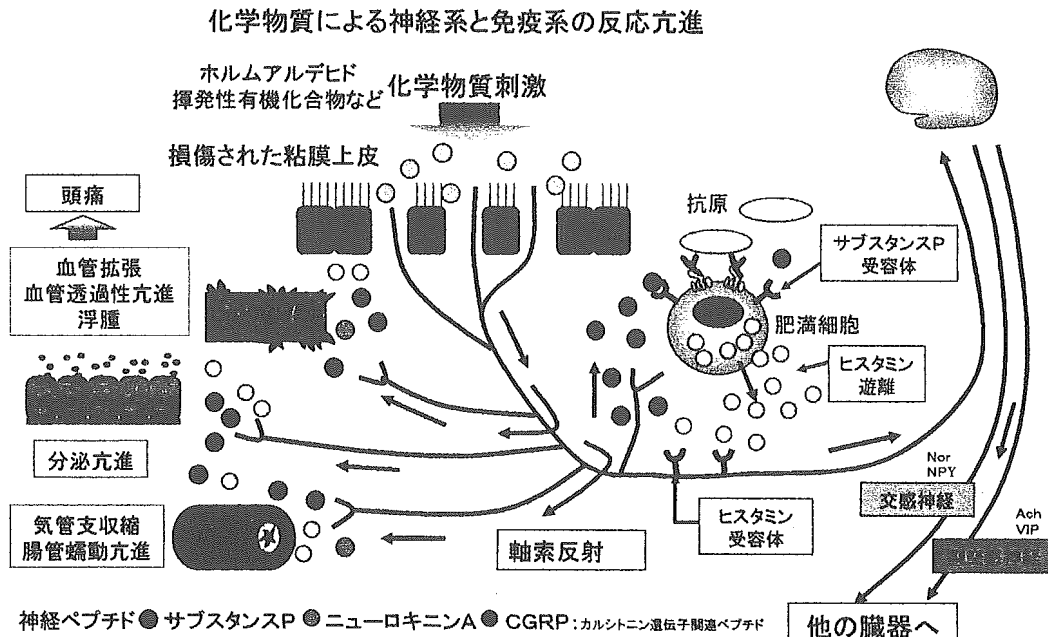
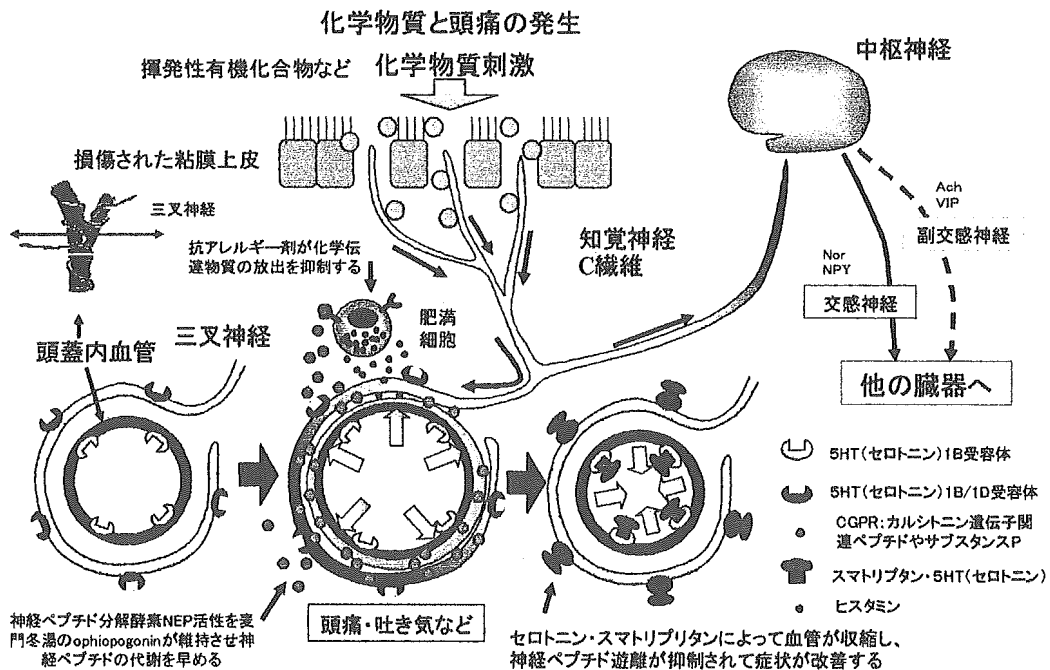


図 14 化学物質と頭痛の発生



厚生労働科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）

「微量化学物質によるシックハウス症候群の病態解明、診断、治療対策に関する研究」

総合研究報告書（平成 15-17 年度）

研究テーマ： 室内化学物質が知能・認知能力、行動に及ぼす影響の評価方法に関する研究-微量化学物質によるシックハウス症候群が疑われる児童・生徒の心身の発達に関する調査研究

分担研究者 上山真知子 山形大学地域教育文化学部 教授
協力研究者 角田和彦 かくたこども&アレルギークリニック 院長
栗山進一 東北大学医学部公衆衛生学 講師
渡辺瑞香子 宮城厚生協会坂総合病院小児科 医長
吉野博 東北大学大学院工学研究科都市建築学専攻 教授
石川哲 北里研究所病院臨床環境医学センター

研究要旨

目的：化学物質が神経発達に及ぼす影響を評価するため、新築家屋転居後、または改築後にシックハウス症候群を生じた児童・生徒の知能発達を調査研究した。方法：自宅室内化学物質濃度を測定したシックハウス症候群 19 例（男児 11 例：最低 5 歳、最高 16 歳、平均 12.0 歳、女児 8 例：最低 6 歳、最高 15 歳、平均 10.5 歳）において、ウェクスラー式児童用知能検査第 3 版（WISC-III）を実施した。結果：動作性 IQ は平均 92.4 ± 12.0 （標準偏差）点で、言語性 IQ 平均 100.1 ± 13.3 （標準偏差）点に比べて統計学的な有意差をもって低下していた（ $p < 0.05$ ）。動作性 IQ 低下の一因として、動作性下位検査である絵画完成の「オレンジ」図版に注目したところ、図形の中から一定の図形を見つけ出す能力（視知覚機能）が低下している可能性が示唆された。「オレンジ」図版に正答できない症例は、室内空气中芳香族炭化水素類合計濃度が高値であった。動作性 IQ は毛髪中ベレリウム Be、カドミウム Cd、アルミニウム Al などの重金属や、室内化学物質であるホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、パラジクロロベンゼン、脂肪族炭化水素類、香族炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、テルペン類、エステル類、ケトン類、TVOC 濃度と負の相関を呈した。重回帰解析の結果からは、ホルムアルデヒドが動作性 IQ 系の検査結果に負の影響を与えている可能性が示唆された。動作性 IQ の低下は滑動性眼球運動の異常と負の相関を呈しており、視覚系の運動発達の異常と関係している可能性が示唆された。結論：小児のシックハウス症候群では WISC-III 知能検査による動作性 IQ の低下があり、室内化学物質濃度、滑動性眼球運動の異常、毛髪中重金属濃度と関係していた。今後、症例を重ねると同時に、視知覚能力低下の責任部位を特定する必要がある。さらに問題になった状態を回復させるための方法（室内空気質の改善、訓練的な発達支援のあり方など）を模索していく必要がある。

Key word: Sick House syndrome、WISC-III、Performance Intelligence Quotient、Heavy metal in hair, eye movement

A. 研究目的

2000年から開始した我々の調査研究は、新築・リフォームに伴って室内で使用された化学物質が小児のアレルギー性疾患の病態を悪化させること^{1, 2)}、室内の化学物質は知覚神経を刺激して脳内血流を変化させること、それらの変化は神経ペプチドやセロトニンに関係する可能性があること^{3, 4, 5, 6, 7)}を報告した。室内に存在する化学物質は神経の興奮性を変化させる作用を有し、小児の神経発達にも影響を及ぼす可能性を有している。それゆえ、化学物質に曝露された小児の神経系の発達を評価することは重要なことと考えられる。平成15年から平成17年にかけて行われた本研究では、微量化学物質によってシックハウス症候群を発病した児童・学童の知能的な発達を調査した。

B. 研究方法

調査、及び検査内容は患者本人、または家族に十分説明し、十分に理解・納得し、承諾書にサインした後に実施された。

対象者は、新築家屋に転居後、または、改築後にシックハウス症候群を起こした小児19例である。

2006年2月までに19名23回のWISC-IIIを実施した。この19例は、新築家屋に転居後、または、改築後にシックハウス症候群を起こし、室内化学物質測定からWISC-III実施時まで同じ家屋に居住している。

シックハウス症候群の診断は表1の診断基準に従って行った。

19例の内訳は、男児11例（最低5歳、最高16歳、平均12.0歳）、女児8例（最低6歳、最高15歳、平均10.5歳）、3例は転居後出生、他の16例は転居時年齢1歳～14歳、平均5歳10ヶ月、WISC-III実施時年齢5歳～16歳、平均11歳2ヶ月、転居後または出生時からWISC-III実施時まで9ヶ月～11年経ている。

B-1 知能評価

知能評価は、ウエクスラー式児童用知能検査第3版Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition(WISC-III)（日本文化科学社製日本版WISC-III知能検査）を使用した。WISC-IIIは5歳0ヶ月～16歳11ヶ月の児童・生徒を対象とした知能検査で、言語性IQ(Verbal Intelligence Quotient: VIQ)、動作性IQ(Performance Intelligence Quotient: PIQ)、全検査IQ(Full Scale Intelligence Quotient: FIQ)から成り立っている。点数は標準化されており、その年齢の各IQの平均は100点、標準偏差は15点になるように作られている。実施者である臨床心理士が、以下のようなテストを行う（所要時間：60分～70分）。知的発達の状態を評価点プロフィールで表示することで「個人内差」という観点から分析的に診断し、学習障害児や知能の遅れのある子供の指導に有効な資料を提供することができる。

動作性検査は次の下位検査を行う。1-絵画完成、3-符号、5-絵画配列、7-積木模様、9-組合せ、11-記号探し、13-迷路。言語性

検査は 2-知識、4-類似、6-算数、8-単語、10-理解、12-数唱からなる。各項目は評価点 10 点が平均で、3 点が 1 標準偏差となっている。下位検査を組み合わせて 4 つの指数（言語性 IQ-言語理解：知識・類似・単語・理解、注意記憶：算数・数唱、動作性 IQ-知覚統合：絵画完成・絵画配列・積木模様・組合せ、処理速度：符号・記号探し）を評価することができる。

検査は、シニアレベルの臨床心理士が行った。臨床心理士は、事前に被験者についての情報は知らされていない。また、検査中の様子を評価するため、被験者および保護者の了承を得た上で、テスト中の状態を VTR に記録した。

実施する発達相談室内、検査室内の空气中化学物質は、後述する方法にて測定し、各化学物質とも低値であることを確認した。

B-2 室内化学物質測定方法

患者家庭室内の化学物質は、患者家庭各部屋の中央約 1.2m の高さで測定した⁸⁾。アルデヒド類については、サンプラーに DNPH カートリッジ (Waters 社製、Sep-pak DNPH-Silica cartridge) を用いて 24 時間パッシブサンプリングし (2003 年からは 24 時間アクティブサンプリング)、アセトニトリルで抽出後、高速液体クロマトグラフにより定性・定量分析を行った。揮発性有機化合物 (以下 VOC) は粒状活性炭チューブ (柴田化学機械工業株式会社製、Charcoal Tube Jumbo) にポンプを用いて、500ml/min の通気量で 24 時間アクティブサンプリングし、二硫化炭素溶媒に抽出後、ガスクロマトグラフにより定性・定量分析を行った。測定値の単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で表記した。

測定化学物質物質は、アルデヒド類 (ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド)、脂肪族炭化水素 (n-ヘキサン、2,2,4-トリメチルペンタン/iso-オクタン、n-ヘプタン、n-オクタン、n-ノナン、n-デカン、n-ウンデカン、n-ドデカン、n-トリデカン)、芳香族炭化水素 (ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、総キシレン、1,3,5-トリメチルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼン、1,2,3-トリメチルベンゼン)、ハロゲン化炭化水素 (ジクロロメタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、p-ジクロロベンゼン)、ピネン類 (2-ピネン)、エステル類 (酢酸エチル、酢酸ブチル)、ケトン類 (アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン)、アルコール類 (エタノール、1-ブタノール)、その他の同定物質 (2,4-ジメチルペンタン、1,2,4,5-テトラメチルベンゼン、スチレン、2-エチルトルエン、3-エチルトルエン、4-エチルトルエン、クロロホルム、1,1,1-トリクロロエタン、ブromoジクロロメタン、四塩化炭素、1,2-ジクロロプロパン、リモネン、 β -ピネン、酢酸ビニル、ペラゴンアルデヒド、1-デカノール、ノナノール、1-デカノール、2-プロパノール、2-エチル-1-ヘキサノール)、未同定物質である。測定したアルデヒド類 (ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド) 以外の VOC 濃度の総和を総揮発性有機化合物 (以下 TVOC) とした。

各部屋での測定値中、最高値を代表値として使用した。2000 年から 2005 年にかけて、2 回以上測定している場合は、WISC-III 実施日に一番近い測定データを使用した。

B-3 毛髪中重金属測定

神経発達に影響を及ぼす可能性がある重

金属の影響を評価するため、毛髪中の重金属を測定した。2003年11月から2006年1月にかけて、後頭部付近の毛髪を根元から約3cm採取、ら・べるびい予防医学研究所に依頼しICP-MS（誘導結合プラズマ質量分析計）にて測定した（単位はppb）。

C. 研究結果

C-1 WISC-IIIの結果

検査の所要時間は、60分±10分前後で、標準的な時間の範囲内であり、各質問項目に対する理解や実施能力に問題はみられなかった。テストに対する集中は良好で、著明な多動傾向は認められなかった。

言語性IQは100.1±13.3（平均±標準偏差）であり、言語性IQの結果は、3例以外は正常範囲であった。一方、動作性IQは92.4±12.0と低値であった。19名中16名で、動作性IQは言語性IQに対して低く、動作性IQ平均値と言語性IQ平均値には統計学的有意差が認められた（t検定、 $p < 0.05$ ）（図1）。

6名の被験者では、言語性IQと動作性IQとの差異が18～35点あり、学習障害と診断され得る程度の格差がみられた（言語性IQ-動作性IQ格差15以上で学習障害が考慮される）。

動作性IQ検査の下位検査項目はすべてで平均値が低下していたが、9点以下の低得点であった下位検査項目は、3符号、9組み合わせ、11記号探し、13迷路であった（図2）。絵画完成（絵カードを見せ、絵の中で欠けている重要な部分を指差しか言葉で答えさせる）は、平均値には、大きな落ち込みが見られなかったが、質問図版のうち、「オレンジ」の図版（オレンジの輪切りの

図を見せ、部屋の境がないことが正答となる：オレンジの房の模様の中から境界線を見つけだす）への正答が少なく、13人中5名が正答をだしたのみであった。また、「オレンジ」の正答例5例中4例で「格子」の図版（斜めに組み合わされた格子の1本が抜けていることを見つけると正答：草が絡んでいるため見つけにくい）に正答したが、「オレンジ」に正答できなかった例では、「格子」の図版を実施した6例中2例しか正答できなかった。

C-2 毛髪中ミネラル・室内化学物質とWISC-III検査結果との相関

毛髪中各ミネラル結果（表2）、室内各化学物質（表3）とWISC-III検査結果との相関を調べた（表3、表4、表5、表6、表7）。その結果、各ミネラル、化学物質とWISC-III検査結果と間には多くの項目で相関がみられた（表8-1、8-2）。

C-2-1 有害ミネラルとWISC-III検査結果との相関

有害ミネラルでは、Beは3符合**と負の相関、Cdは動作性IQ**、知覚統合IQ*、3符合*と負の相関、Hgは動作性IQ*、知覚統合IQ*と負の相関、Alは動作性IQ**、9組合せ**、知覚統合IQ*と負の相関、8単語**と正の相関、Pbは動作性IQ*と負の相関、Asは全検査IQ**、動作性IQ*、知覚統合IQ*、7積木模様**、言語性IQ*、言語理解IQ**、4類似**と正の相関を示した（*：相関係数は5%水準で有意〔両側〕、**：相関係数は1%水準で有意〔両側〕、以下同じ）。

C-2-2 必須ミネラルとWISC-III検査結果との相関

必須ミネラルでは、Mgは全検査IQ**、1

絵画完成*、11 記号探し**、言語性 IQ**、言語理解 IQ**、2 知識*、4 類似*と正の相関を、Ca は全検査 IQ*、言語性 IQ**、言語理解 IQ*、2 知識*、6 算数*、8 単語*と正の相関を呈した。P は全検査 IQ**、1 絵画完成*、7 積木模様*、言語性 IQ**、言語理解 IQ**、注意記憶 IQ**、6 算数**、8 単語**、10 理解*と負の相関を、Se は全検査 IQ**、11 記号探し*、言語性 IQ**、言語理解 IQ**、2 知識*、4 類似*、10 理解**と負の相関を呈した。

C-2-3 室内化学物質と WISC-III 検査結果との相関

室内化学物質では、ホルムアルデヒド濃度は全検査 IQ**、動作性 IQ**、知覚統合 IQ**、処理速度 IQ*、1 絵画完成*、7 積木模様**、11 記号探し**、言語性 IQ**、言語理解 IQ*、4 類似*、6 算数*と負の相関、アセトアルデヒド濃度は全検査 IQ*、動作性 IQ*、知覚統合 IQ*、7 積木模様*、11 記号探し*と負の相関、パラジクロロベンゼン濃度は動作性 IQ*、知覚統合 IQ*、5 絵画配列*、7 積木模様*、13 迷路*と負の相関、脂肪族炭化水素類合計濃度は注意記憶 IQ*、6 算数*、12 数唱*と負の相関、香族炭化水素類合計濃度は注意記憶 IQ*、6 算数*、12 数唱*と負の相関、ハロゲン化炭化水素類合計濃度は、動作性 IQ*、知覚統合 IQ**、5 絵画配列*、7 積木模様*、13 迷路*と負の相関、エステル類合計濃度は 11 記号探し**、言語性 IQ**、言語理解 IQ**、4 類似*、8 単語*、10 理解**と負の相関、ケトン類合計濃度は 5 絵画配列*、13 迷路**と負の相関、TVOC は全検査 IQ**、動作性 IQ**、知覚統合 IQ**、1 絵画完成*、7 積木模様**、言語性 IQ**、言語理解 IQ*、注意記憶 IQ**、4 類似*、6

算数**、8 単語*、10 理解*と負の相関を呈した。以上の化学物質濃度は、動作性 IQ、言語性 IQ と負の関係のみがみられた。

また、従来、様々な意見があったテルペンでは、テルペン類合計濃度は、全検査 IQ**、動作性 IQ**、知覚統合 IQ*、1 絵画完成**、7 積木模様**、言語性 IQ**、言語理解 IQ*、4 類似*、6 算数*、10 理解*と負の相関がみられ、他の室内化学物質と同様の結果であった。アルコール類合計濃度のみが 5 絵画配列*と正の相関を呈した。

有意の相関を示した動作性 IQ と室内ホルムアルデヒド濃度との関係を図示した(図 3)。

C-2-4 WISC-III 検査結果に影響を与えるミネラルと化学物質(相関係数が 1%水準で有意な項目)(表 9)

相関係数が 1%水準で有意な項目に注目すると、動作性 IQ の低下に影響を与える可能性がある物質は、Be、Cd、Al、ホルムアルデヒド濃度、ハロゲン化炭化水素類合計濃度、テルペン類合計濃度、エステル類合計濃度、ケトン類合計濃度、TVOC 濃度であった。言語系 IQ の低下に影響を与える可能性がある物質は、P、Se、ホルムアルデヒド、テルペン類合計濃度、エステル類合計濃度、TVOC 濃度であった。動作性 IQ 上昇に影響を与える可能性がある物質は、As、Mg、言語性 IQ 上昇に影響を与える可能性がある物質は、Al、As、Mg、Ca、Mo であった。

C-3 毛髪中有害ミネラル・室内化学物質と WISC-III 検査結果との重回帰解析

(表 10)

毛髪中有害ミネラル(Be、Cd、Hg、Al、Pb、As)、室内化学物質(ホルムアルデヒド

濃度、アセトアルデヒド濃度、パラジクロロベンゼン濃度、脂肪族炭化水素類合計濃度、芳香族炭化水素類合計濃度、テルペン類合計濃度、エステル類合計濃度、ケトン類合計濃度、アルコール類合計濃度、TVOC濃度)と、WISC-III各検査項目(動作性IQ、知覚統合IQ、処理速度IQ、1絵画完成、3符合、5絵画配列、7積木模様、9組合せ、11記号探し、13迷路、言語性:言語性IQ、言語理解IQ、注意記憶IQ、2知識、4類似、6算数、8単語、10理解、12数唱)との関係を、重回帰分析を使い、性、年齢、各毛髪中有害ミネラル濃度(毛髪中有害ミネラル解析時)、各室内化学物質濃度(室内化学物質解析時)を補正のうえ検討した。Beは2知識(P=0.034)と負の関連、Cdは13迷路(P=0.047)、2知識(P=0.025)と正の関連、Hgは13迷路(P=0.034)と正の関連、Alは9組合せ(P=0.016)、2知識(P=0.022)と負の関連、Asは7積木模様(P=0.045)と正の関連、ホルムアルデヒド濃度は、処理速度IQ(P=0.028)、11記号探し(P=0.009)、2知識(P=0.017)、6算数(P=0.018)と負の関連、アセトアルデヒド濃度は6算数(P=0.037)と正の関連、エステル類合計濃度は動作性IQ(P=0.031)と正の関連、アルコール類合計濃度(P=0.007)は正の関連がみられた。

C-4 絵画完成の「オレンジの図」解答と室内化学物質

シックハウス症候群19症例のWISC-III検査結果と室内化学物質濃度との関係を精査した。今回の調査では、症例の多くで動作性IQが低下しており、「オレンジ」の正答と関係が認められたため、「オレンジ」の

正答/誤答で差がある化学物質を検査したところ、室内芳香族炭化水素類合計濃度と関係が認められた。「オレンジ」の正答例では室内ホルムアルデヒド濃度は低値であるが、「オレンジ」に正答できなかった例の中には室内芳香族炭化水素類合計濃度高値例が多く認められた(図4)。ホルムアルデヒド、パラジクロロベンゼン、ハロゲン化炭化水素、ケトン類、TVOCでは同様の傾向が見られるが統計学的に有意差がみられなかった。

C-5 WISC-III検査結果と滑動性眼球運動との関係

2004年12月に、化学物質過敏症検診で実施した滑動性眼球運動の異常(滑動性眼球運動Saccade出現率)⁹⁾とWISC-III検査結果との関係を調べると(表11)、動作性IQ*、知覚統合IQ*、処理速度IQ**、1絵画完成*と負の相関をしめした(図5)。眼球運動に異常があるため、図形を認識する発達の過程で、十分な図形認識の経験が行われていない可能性が示唆された。

D. 考察

我々の今までの調査結果では、室内化学物質が免疫学的な影響を及ぼすことや知覚神経を介する影響を及ぼす可能性が示唆されたが^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)}、室内化学物質の影響は免疫や知覚神経のみに限定されず、子供たちの発達にさらにさまざまな影響を与える可能性が考えられた。今回の調査研究では、室内化学物質はWISC-IIIによって測定された動作性IQに影響する可能性が示唆された。この中でも、特に、視知覚認知に関わる項目に落ち込みがみられた。言

語性 IQ が正常に保たれ動作性 IQ が低下する傾向は ADHD（注意欠陥/多動性障害）の症例でもみられるという報告もあるが¹⁰⁾、今回のシックハウス症候群例では短時間に集中して WISC-III 検査が実施されており、観察上も著明な多動はみられなかった。

動作性 IQ は Be、Cd、Al などの重金属や、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、パラジクロロベンゼン、脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、テルペン類、エステル類、ケトン類、TVOC と負の相関を呈した。重回帰解析の結果からは、ホルムアルデヒドが動作性 IQ 系の検査結果に負の影響を与えている可能性が示唆された。

動作性 IQ の低下の原因のひとつとして眼球運動の異常に注目した。シックハウス症候群症例の滑動性眼球運動の異常は動作性 IQ 系検査の動作性 IQ、知覚統合 IQ、処理速度 IQ、1 絵画完成と負の相関をしめした。

図形を認識するためには、正確に図形をスキャンできる視覚器とそれらを調節できる神経系の発達が必要である。様々な化学物質が神経系を異常な興奮に導くこと^{11、12、13、14、15、16)}、「オレンジ」の図版の読み取りの障害があること、滑動性眼球運動の異常が動作性 IQ と逆相関していることから考察すると、化学物質が眼球運動の異常を引き起こし、視覚機能を攪乱し、視覚系の発達を阻害している可能性が考えられた。

毛髪中の Cd（タイヤの粉塵、自動車排気ガス、タバコ煙、飲料水、缶詰、石油、魚介類、下水などが汚染源）、Al（調理器具、食器、アルミ缶、タバコ煙、殺虫剤、制酸剤、消化剤、大気汚染、酸化土壌などから）、

Be が動作性 IQ と負の相関関係を呈したが、これらの金属類は、シックハウス症候群発病以前（胎児期）からのリスク因子として存在していると思われた¹⁷⁾。また、動作性 IQ 上昇に影響を与える可能性があるミネラルは、Mg であり、微量元素の補充や食事療法での参考になると思われた。As で動作性 IQ の上昇が見られているが、As の効果というより、As を含む海藻類の摂取と関係している可能性が考えられるが、推定の域をでない。

E. 結論

シックハウス症候群 19 例において、WISC-III を実施した。統計学的な有意差をもって VIP に比べて動作性 IQ が低下していた。動作性 IQ 低下の一因として、動作性下位検査である絵画完成の「オレンジ」図版に注目したところ、図形の中から一定の図形を見つけ出す能力（視覚器機能）が低下している可能性が分かった。「オレンジ」図版に正答できない症例は、室内空气中芳香族炭化水素類濃度などが高値であった。動作性 IQ は室内空气中ホルムアルデヒド、ハロゲン化炭化水素類、テルペン類、エステル類、ケトン類、TVOC と負の相関を呈していた。動作性 IQ 値は滑動性眼球運動の異常と負の相関関係があり、眼球運動の異常が視覚系の発達を阻害している可能性が示唆された。

シックハウス症候群発病前からの動作性 IQ 低下のリスク因子として、Al、Be、Cd 汚染が考えられた。

今後、症例を重ねると同時に、眼球運動などを検査して視覚器の障害の部位を特定する必要がある。さらに機能低下を生じた状態を回復させるための方法（室内空気質

を改善させることによって回復が望めるか、低下した能力を改善させるための訓練的な発達支援方法の開発などを模索していく必要がある。

Guillette ら¹⁸⁾ は、メキシコのヤクイ渓谷一帯の就学前児を対象に、農場に近い所に居住する殺虫剤曝露群と、農場から離れて居住する群の発達調査を行った結果、曝露群で、描画や視覚記憶において劣ることを明らかにした。

今回調査した症例でも、全体的な発達では遅滞という範疇ではないものの、ある特定の視覚弁別課題において年齢よりも低い能力を示していた。こうした子供たちが、今後、どのような経過をたどるか、特に、学齢期に達した場合、特定領域での学習に対する苦手さにつながっていくのかどうか、今後も発達の調査を継続する必要がある。

今回調査した多くの症例は、換気など家庭内化学物質の低減、食事中の化学物質の排除、生活中的活動・遊びなどの指導で WISC-III 結果は改善してきている(表 12)(知能水準の分類：90-110 点が平均、80-89 平均の下、70-79 境界線、69 以下精神遅滞)。

文献

- 1) 角田和彦、その他：新築・リフォームに伴って室内で使用された化学物質が小児のアレルギー性疾患の病態に及ぼす影響. 平成 12 年度～14 年度厚生労働科学研究費補助金健康科学総合研究事業-シックハウス症候群の病態解明、診断治療法に関する研究-総括・分担研究報告書(主任研究者石川哲)：119-141、2003
- 2) 角田和彦、吉野博、天野健太郎、松本麻里、北條祥子、石川哲：新築・リフォームに伴って室内で使用された化学物質が小児のアレルギー疾患の病態に及ぼす影響. 臨床環境医学 13：36-34、2004
- 3) 角田和彦：シックハウス症候群とシックスクール症候群：小児科の見地から. アレルギー・免疫 10 巻：1595-1604. 2003
- 4) 角田和彦、吉野博、天野健太郎、松本麻里、北條祥子、石川哲：子供のシックハウス症候群. 臨床環境医学 13：85-92、2004
- 5) 角田和彦、他：近赤外線脳内酸素モニターによるシックハウス症候群の診断. 臨床環境医学 12：15-26、2003
- 6) 角田和彦、その他：シックハウス症候群の診断と経過観察-クリーンルームでない一般検査室で実施した近赤外線脳内酸素モニターによるガス吸入負荷試験(ポリ袋を使った簡易吸入法)と起立試験の有用性の研究. 平成 12 年度～14 年度厚生労働科学研究費補助金健康科学総合研究事業-シックハウス症候群の病態解明、診断治療法に関する研究-総括・分担研究報告書(主任研究者石川哲)：142-183、2003
- 7) 角田和彦、北條祥子、吉野博、石川哲：アレルギー児が思春期に受ける化学物質の影響. 神経眼科 19-2：176-187、2002
- 8) 飯田望、吉野博、天野健太郎、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究. 臨床環境医学 11：77-87、2002

- 9) 坂部貢、宮田幹夫、鈴木幸男：シックハウス症候群の補助診断法としての眼球運動検査と重心動揺検査の臨床的意義、平成15年度厚生労働科学研究費補助金がん予防等健康科学総合研究事業-微量化学物質によるシックハウス症候群の病態解明、診断治療法に関する研究-分担研究報告書(主任研究者石川哲)：161-179、2004
- 10) 小山智典、立森久照、長田洋和、戸張美佳、石田博美、栗田広：WISC-IIIによる高機能広汎性発達障害と注意欠陥/多動性障害の認知プロフィールの比較、精神医学45：809-815、2003
- 11) 泉邦彦：衣料用防虫剤の毒性と環境影響。社会薬学13：11-20、1994
- 12) Miyai I, Hirono N et al: Reversible ataxia following chronic exposure to paradichlorobenzene. J Neurol Neurosurg Psychiatry51:453-454, 1988
- 13) Henk PM, Vijverberg JM, van der Zalm & Joep van den Bercken: Similar mode of action of pyrethroids and DDT on sodium channel gating in myelinated nerves. Nature 295:601-603, 1982
- 14) Coats JR: Mechanisms of toxic action and structure-activity relationships for organochlorine and synthetic pyrethroid insecticides. Environ Health Perspect 87:255-262, 1990
- 15) Narahashi T: Nerve membrane Na⁺ channels as targets of insecticides. Trends Pharmacol Sci. 13:236-241, 1992
- 16) Narahashi T: Neuronal ion channels as the target sites of insecticides. Pharmacol Toxicol 79:1-14, 1996
- 17) 小宮山政敏、森千里：胎児複合暴露の影響評価、医学のあゆみ 201：137-142、2002
- 18) Guillette E. A, Meza M. M, Aquilar M. G, Garcia I. E.: An anthropological approach to the evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. Environmental Health Perspectives. 106(6):347-53, 1998.
- F. 健康危機情報
なし
- G. 研究発表
1. 論文発表
角田和彦、吉野博、天野健太郎、松本麻里、北條祥子、石川哲：子供のシックハウス症候群。臨床環境医学13：85-92、2004
2. 学会発表
- 1) 2004/7/2-3 第13回日本臨床環境医学会総会 シンポジウム 子供と環境-子供のシックハウス症候群 角田和彦
- 2) 2005/3/27 厚生労働科学研究費健康科学総合研究事業成果発表会一般向けフォーラム日常生活と健康「シックハウス症候群と化学物質過敏症最近の研究成果」小児のSHS・MCSの長期追跡調査(アレルギーを含んで)
かくたこども&アレルギークリニック
角田和彦

3) 2006/2/18 厚生労働科学研究費健康科学総合研究事業成果発表会一般向けフォーラム「あなたの健康を考えるフォーラム――シックハウス症候群・化学物質過敏症――最近の研究成果」 小児科学からみたシックハウス症候群、かくたこども&アレルギークリニック 角田和彦

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

表 1

シックハウス症候群・シックスクール症候群、化学物質過敏症診断基準（案）

シックハウス症候群研究班検診時使用

- 1) 以下の状態であり、かつ、他の慢性疾患が除外されていること
 - ①発病前に、繰り返し化学物質に曝露された、または、短期間に大量の化学物質に曝露された経験がある
(新築家屋・改築後家屋への転居、新しい家具の購入後、仕事や趣味での化学物質使用など)
 - ②その場を離れる、または、原因化学物質の曝露がなければ症状は一応改善される
 - ③その場に行く、または、原因化学物質に曝露されると症状は再燃する
 - ④いったん発病すると、他の場所や他の化学物質でも症状が誘発される
 - ⑤症状は全身の臓器に広がり、多種類の症状に進展していくことがある
 - ⑥症状は慢性的に経過する
- 2) 症状（以下のようなものを中心にあらゆる症状が起こる）
 - ①末梢神経・中枢神経系の症状：頭痛、筋痛、吐き気、めまい、立ちくらみ、視力低下、精神的な不安定、集中力困難、不眠、全身疲労感など
 - ②アレルギー性疾患の悪化または発病：気管支喘息、アトピー性皮膚炎、じんましん、アレルギー性鼻炎、アレルギー性結膜炎 など
 - ③粘膜刺激症状：目のちかちか、目の痛み、鼻水、鼻閉、鼻粘膜の痛み、喉の痛み、咳、痰など
- 3) 上記に加えて、以下で所見があれば確実
 - ①症状出現場所では、環境中化学物質測定で化学物質濃度が高値である
(シックハウス症候群・シックスクール症候群)
 - ②近赤外線脳内酸素モニターNIRO300による化学物質吸入負荷試験で陽性
(化学物質吸入負荷試験、起立試験)
- 4) 以下で所見があれば疑いが濃厚
 - ①QEESI 問診票で化学物質過敏症の疑いが持たれること
 - ②滑動性眼球運動、瞳孔反応に異常がある、コントラスト感度異常、重心動揺計検査で異常がある
 - ③赤血球コリンエステラーゼが低値（1.7 単位未満）、
血清コリンエステラーゼが低値または高値
- 5) 以上の状態が
 - ①新築家屋・改築後家屋に関連して起きた場合はシックハウス症候群・シックスクール症候群
 - ②極微量の化学物質（指針値以下の微量）でも症状が誘発され、末梢神経・中枢神経系の症状を伴う場合は化学物質過敏症とする
- 6) 全員にQEESI 施行

図1 WISC-III 言語性IQ、動作性IQ、全検査IQと4種類の群指数
VIQとPIQは統計学的な有意差があった (t検定: $p < 0.05$)

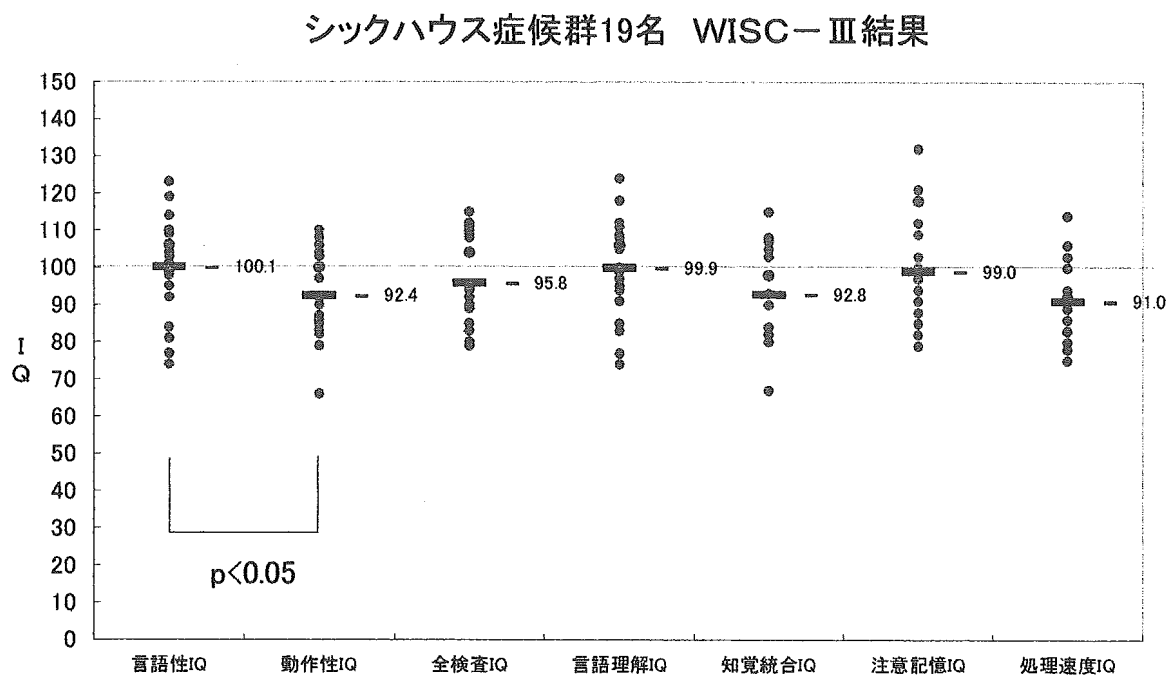


図2 WISC-III 下位検査評価点数

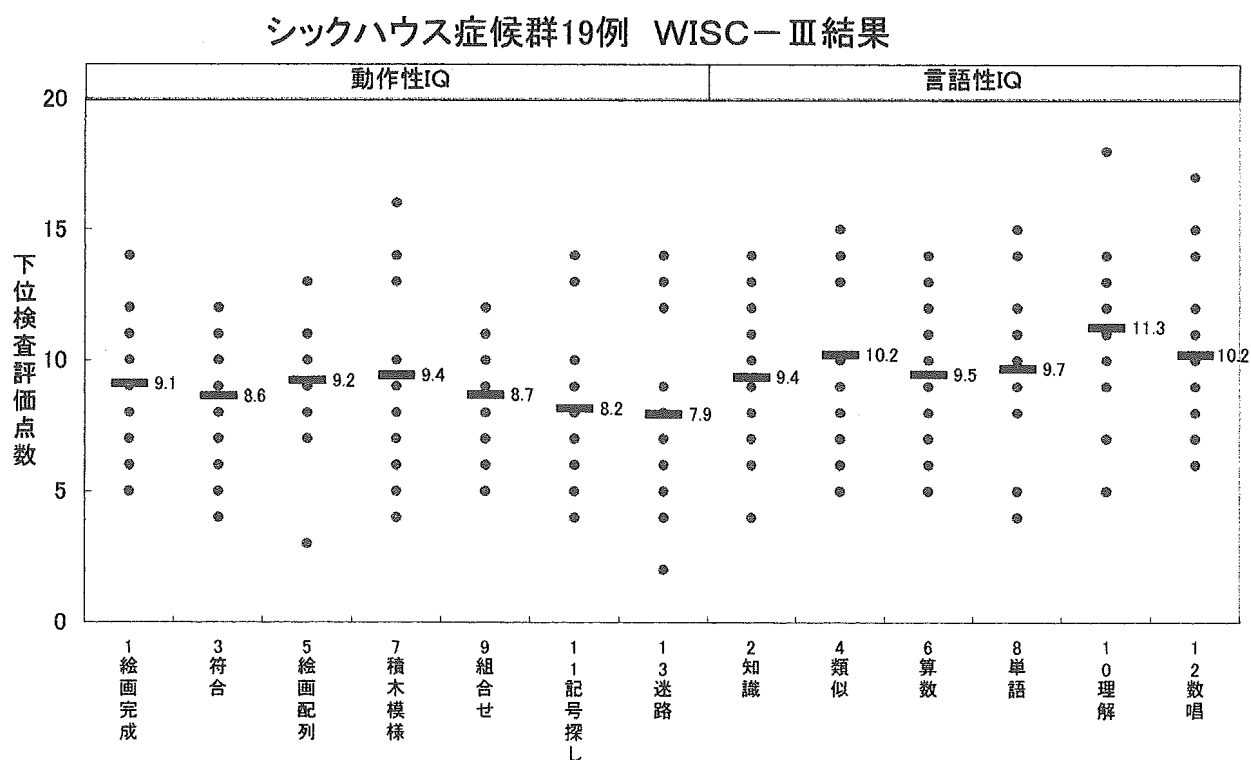


表2 毛髪中ミネラル測定結果

毛髪中ミネラル測定結果

単位: ppb

	N	平均値	最小値	最大値	標準偏差
Be	16	0.28	0.01	0.77	0.22
Cd	16	31.51	1.19	174.20	46.19
Al	16	7320	1479	19850	5526
Hg	16	3818.2	394.6	18710.0	4642.4
Pb	16	948.9	78.3	5290.0	1567.7
As	16	61.3	26.4	134.2	28.5
Mg	16	50704	5820	103900	32298
Ca	16	453221	70630	1155000	309504
Cr	16	62.7	4.5	169.0	51.1
Mo	16	38.4	14.9	72.7	15.6
Fe	16	8060	3912	16350	4305
Zn	16	126214	82090	170200	26365
P	16	105385	85380	140400	16039
Se	16	589	298	1101	190
Na	16	20117	1034	82280	23229
K	16	24414	1301	83860	24098
Mn	16	180.3	26.2	856.9	200.4
Cu	16	31541	12660	237400	55017
Li	16	6.11	0.01	42.73	10.63
V	16	15.70	1.19	62.90	16.75
Co	16	7.05	1.94	16.31	4.40
Ni	16	348.9	8.2	3462.0	839.4
B	16	171.0	36.5	891.0	210.6
Ge	16	86.8	43.6	139.0	23.9
Br	16	2501	226	13480	3227
I	16	236.5	1.6	1055.0	341.5

表3 室内化学物質測定結果

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	N	平均値	最小値	最大値	標準偏差
ホルムアルデヒド	19	126.1	22.4	227.8	62.6
アセトアルデヒド	19	177.7	14.4	486.0	129.6
パラジクロロベンゼン	19	52.9	2.5	229.4	76.8
脂肪族炭化水素	19	137.2	14.1	794.0	178.1
芳香族炭化水素	19	139.0	2.5	315.3	113.2
ハロゲン化炭化水素	19	53.3	2.5	229.4	77.6
テルペン	19	125.7	2.5	462.7	174.6
エステル	19	36.2	2.5	123.5	38.9
ケトン	19	19.9	2.5	81.1	26.6
アルコール	18	94.9	2.5	330.0	118.3
TVOC	19	746.7	129.0	1863.2	493.0

表4 有害ミネラルとWISC-IIIとの相関

		Be	Cd	Hg	Al	Pb	As	
	全検査IQ	Pearson の相関係数	-0.388	-0.271	-0.350	-0.351	-0.296	0.692
		有意確率(両側)	0.137	0.311	0.184	0.183	0.265	**0.003
		N	16	16	16	16	16	16
動作性IQ系	動作性IQ	Pearson の相関係数	-0.323	-0.691	-0.581	-0.640	-0.560	0.558
		有意確率(両側)	0.223	**0.003	*0.018	**0.008	*0.024	*0.025
		N	16	16	16	16	16	16
	知覚統合IQ	Pearson の相関係数	-0.141	-0.606	-0.588	-0.555	-0.486	0.545
		有意確率(両側)	0.603	*0.013	*0.017	*0.026	0.056	*0.029
		N	16	16	16	16	16	16
	処理速度IQ	Pearson の相関係数	-0.465	-0.255	-0.102	-0.474	-0.267	0.384
		有意確率(両側)	0.070	0.341	0.706	0.064	0.317	0.142
		N	16	16	16	16	16	16
	1絵画完成	Pearson の相関係数	-0.106	-0.387	-0.423	-0.301	-0.310	0.464
		有意確率(両側)	0.696	0.139	0.103	0.258	0.243	*0.070
		N	16	16	16	16	16	16
	3符合	Pearson の相関係数	-0.749	-0.498	-0.125	-0.458	-0.421	0.146
		有意確率(両側)	**0.001	*0.049	0.643	0.074	0.105	0.590
N		16	16	16	16	16	16	
5絵画配列	Pearson の相関係数	-0.119	-0.302	-0.089	-0.266	-0.163	0.424	
	有意確率(両側)	0.673	0.273	0.752	0.338	0.562	0.115	
	N	15	15	15	15	15	15	
7積木模様	Pearson の相関係数	-0.238	-0.431	-0.409	-0.440	-0.289	0.771	
	有意確率(両側)	0.375	0.096	0.116	0.088	0.278	**0.0005	
	N	16	16	16	16	16	16	
9組合せ	Pearson の相関係数	0.057	-0.258	-0.250	-0.645	-0.376	0.207	
	有意確率(両側)	0.834	0.335	0.351	**0.007	0.151	0.443	
	N	16	16	16	16	16	16	
11記号探し	Pearson の相関係数	-0.021	0.052	-0.047	-0.264	-0.016	0.406	
	有意確率(両側)	0.938	0.848	0.864	0.323	0.953	0.118	
	N	16	16	16	16	16	16	
13迷路	Pearson の相関係数	-0.003	-0.101	-0.061	-0.078	0.051	0.260	
	有意確率(両側)	0.990	0.720	0.828	0.783	0.856	0.349	
	N	15	15	15	15	15	15	
言語性IQ系	言語性IQ	Pearson の相関係数	-0.325	0.129	-0.073	-0.012	0.005	0.582
		有意確率(両側)	0.220	0.635	0.789	0.964	0.985	*0.018
		N	16	16	16	16	16	16
	言語理解IQ	Pearson の相関係数	-0.339	0.149	0.022	-0.121	0.029	0.621
		有意確率(両側)	0.199	0.582	0.937	0.655	0.916	**0.010
		N	16	16	16	16	16	16
	注意記憶IQ	Pearson の相関係数	-0.280	-0.120	-0.230	0.137	0.097	0.303
		有意確率(両側)	0.294	0.657	0.391	0.614	0.720	0.253
		N	16	16	16	16	16	16
	2知識	Pearson の相関係数	-0.366	0.374	0.213	-0.011	0.097	0.354
		有意確率(両側)	0.164	0.153	0.428	0.968	0.720	0.178
		N	16	16	16	16	16	16
	4類似	Pearson の相関係数	-0.128	-0.244	-0.328	-0.483	-0.387	0.724
		有意確率(両側)	0.636	0.363	0.215	0.058	0.138	**0.002
N		16	16	16	16	16	16	
6算数	Pearson の相関係数	-0.309	-0.117	-0.222	0.084	-0.011	0.442	
	有意確率(両側)	0.245	0.666	0.408	0.757	0.967	0.086	
	N	16	16	16	16	16	16	
8単語	Pearson の相関係数	-0.236	0.370	-0.023	0.526	0.395	0.196	
	有意確率(両側)	0.379	0.158	0.934	*0.036	0.130	0.468	
	N	16	16	16	16	16	16	
10理解	Pearson の相関係数	-0.183	0.111	0.083	-0.140	-0.059	0.451	
	有意確率(両側)	0.496	0.682	0.760	0.605	0.828	0.080	
	N	16	16	16	16	16	16	
12数唱	Pearson の相関係数	-0.311	0.175	0.223	0.053	0.144	0.232	
	有意確率(両側)	0.240	0.517	0.406	0.845	0.595	0.387	
	N	16	16	16	16	16	16	

* : 相関係数は 5% 水準で有意(両側)

** : 相関係数は 1% 水準で有意(両側)

表5 必須ミネラルとWISC-IIIとの相関

			Mg	Ca	Cr	Mo	Fe	Zn	P	Se	Na	K	Mn	Cu	
動作性IQ系	全検査IQ	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.632 **0.009 16	0.508 *0.045 16	0.328 0.215 16	0.150 0.580 16	-0.316 0.233 16	0.185 0.493 16	-0.772 **0.0005 16	-0.621 **0.010 16	-0.167 0.536 16	0.271 0.310 16	-0.131 0.627 16	-0.174 0.519 16	
	動作性IQ	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.329 0.213 16	0.134 0.620 16	0.131 0.630 16	-0.109 0.689 16	-0.588 *0.017 16	0.112 0.680 16	-0.482 0.059 16	-0.257 0.337 16	-0.044 0.872 16	0.293 0.270 16	-0.444 0.085 16	-0.246 0.359 16	
	知覚統合IQ	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.358 0.173 16	0.131 0.628 16	0.201 0.456 16	-0.129 0.635 16	-0.478 0.061 16	0.147 0.586 16	-0.464 0.070 16	-0.370 0.158 16	-0.149 0.581 16	0.219 0.414 16	-0.346 0.190 16	-0.210 0.436 16	
	処理速度IQ	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.460 0.073 16	0.286 0.283 16	0.052 0.850 16	-0.100 0.713 16	-0.491 0.054 16	0.121 0.656 16	-0.266 0.319 16	-0.288 0.280 16	0.054 0.843 16	0.096 0.724 16	-0.329 0.213 16	-0.203 0.451 16	
	1絵画完成	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.574 *0.020 16	0.345 0.191 16	0.284 0.286 16	-0.147 0.586 16	-0.206 0.443 16	0.057 0.833 16	-0.582 *0.018 16	-0.464 0.071 16	-0.161 0.553 16	0.392 0.134 16	-0.084 0.757 16	-0.118 0.663 16	
	3符合	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	-0.048 0.861 16	0.031 0.910 16	-0.245 0.361 16	0.048 0.859 16	-0.535 *0.033 16	-0.123 0.651 16	-0.210 0.436 16	0.303 0.254 16	0.339 0.199 16	0.239 0.373 16	-0.471 0.066 16	-0.195 0.469 16	
	5絵画配列	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.099 0.727 15	-0.184 0.512 15	0.535 *0.040 15	-0.089 0.753 15	-0.103 0.715 15	-0.218 0.435 15	-0.287 0.299 15	-0.178 0.525 15	-0.126 0.656 15	0.180 0.520 15	-0.199 0.477 15	-0.229 0.411 15	
	7積木模様	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.437 0.090 16	0.200 0.457 16	0.273 0.306 16	0.067 0.806 16	-0.425 0.100 16	0.102 0.708 16	-0.610 *0.012 16	-0.430 0.096 16	-0.256 0.340 16	0.289 0.278 16	-0.364 0.165 16	-0.075 0.783 16	
	9組合せ	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.126 0.643 16	-0.071 0.793 16	0.184 0.495 16	-0.376 0.151 16	-0.482 0.059 16	0.261 0.329 16	0.192 0.475 16	-0.274 0.304 16	0.157 0.561 16	0.104 0.701 16	-0.336 0.204 16	-0.495 0.051 16	
	11記号探し	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.635 **0.008 16	0.335 0.205 16	0.262 0.328 16	-0.162 0.548 16	-0.227 0.399 16	0.249 0.352 16	-0.178 0.508 16	-0.618 *0.011 16	-0.197 0.464 16	-0.056 0.838 16	-0.072 0.790 16	-0.106 0.696 16	
	13迷路	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.236 0.396 15	0.295 0.285 15	0.457 0.087 15	-0.140 0.618 15	-0.001 0.997 15	0.169 0.548 15	-0.395 0.145 15	0.104 0.712 15	-0.171 0.543 15	0.367 0.178 15	0.009 0.973 15	0.032 0.909 15	
	言語性IQ系	言語性IQ	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.668 **0.004 16	0.634 **0.008 16	0.396 0.129 16	0.315 0.235 16	-0.008 0.976 16	0.168 0.534 16	-0.767 **0.0005 16	-0.697 **0.003 16	-0.189 0.482 16	0.184 0.494 16	0.150 0.578 16	-0.042 0.878 16
		言語理解IQ	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.640 **0.008 16	0.515 *0.041 16	0.437 0.090 16	0.237 0.377 16	-0.083 0.759 16	0.113 0.677 16	-0.645 **0.007 16	-0.722 **0.002 16	-0.169 0.531 16	0.190 0.482 16	0.012 0.965 16	-0.114 0.675 16
		注意記憶IQ	Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.305 0.251 16	0.444 0.085 16	0.012 0.966 16	0.573 *0.020 16	0.052 0.847 16	0.018 0.947 16	-0.676 **0.004 16	-0.303 0.254 16	-0.271 0.311 16	0.203 0.452 16	-0.024 0.930 16	0.391 0.134 16
2知識		Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.568 *0.022 16	0.513 *0.042 16	0.449 0.081 16	0.119 0.662 16	0.092 0.733 16	-0.004 0.988 16	-0.472 0.065 16	-0.578 *0.019 16	0.122 0.651 16	0.397 0.128 16	0.192 0.476 16	-0.260 0.331 16	
4類似		Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.522 *0.038 16	0.401 0.124 16	0.215 0.423 16	-0.141 0.603 16	-0.141 0.088 16	0.507 *0.045 16	-0.424 0.102 16	-0.563 *0.023 16	-0.233 0.386 16	0.088 0.746 16	-0.152 0.574 16	-0.380 0.147 16	
6算数		Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.415 0.110 16	0.508 *0.045 16	0.065 0.810 16	0.507 *0.045 16	-0.018 0.946 16	0.086 0.752 16	-0.765 **0.0006 16	-0.439 0.089 16	-0.275 0.302 16	0.122 0.652 16	0.025 0.926 16	0.249 0.352 16	
8単語		Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.363 0.167 16	0.537 *0.032 16	0.392 0.133 16	0.714 *0.002 16	0.467 0.068 16	0.072 0.790 16	0.718 **0.002 16	0.381 0.145 16	0.071 0.794 16	0.175 0.517 16	0.457 0.075 16	0.436 0.091 16	
10理解		Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.639 0.008 16	0.457 0.075 16	0.376 0.152 16	0.004 0.987 16	-0.107 0.695 16	0.115 0.673 16	-0.518 *0.040 16	-0.660 **0.005 16	-0.221 0.411 16	-0.034 0.900 16	0.062 0.820 16	-0.188 0.485 16	
12数唱		Pearsonの相関係数 有意確率(両側) N	0.279 0.295 16	0.378 0.149 16	0.206 0.444 16	0.337 0.202 16	0.155 0.566 16	-0.050 0.853 16	-0.439 0.089 16	-0.202 0.454 16	-0.130 0.632 16	0.474 0.063 16	0.020 0.942 16	-0.020 0.941 16	

* :相関係数は 5% 水準で有意(両側)
** :相関係数は 1% 水準で有意(両側)

表6 必須性が想定されるミネラルと WISC-IIIとの相関

		Ii	V	Co	Ni	B	Ge	Br	I	
全検査IQ	Pearsonの相関係数	-0.006	-0.138	0.336	-0.140	-0.277	0.271	-0.300	-0.404	
	有意確率(両側)	0.982	0.611	0.203	0.604	0.299	0.311	0.258	0.121	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
動作性IQ	動作性IQ	Pearsonの相関係数	0.034	-0.166	0.275	-0.195	-0.186	0.051	-0.212	-0.345
	有意確率(両側)	0.899	0.538	0.304	0.469	0.490	0.850	0.430	0.190	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
	知覚統合IQ	Pearsonの相関係数	-0.012	-0.161	0.399	-0.165	-0.218	0.002	-0.288	-0.321
	有意確率(両側)	0.964	0.552	0.126	0.542	0.416	0.994	0.279	0.226	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
	処理速度IQ	Pearsonの相関係数	0.017	0.042	0.089	-0.162	-0.162	0.307	-0.192	-0.149
	有意確率(両側)	0.950	0.877	0.744	0.549	0.549	0.248	0.476	0.582	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
	1絵画完成	Pearsonの相関係数	0.052	0.149	0.594	-0.043	-0.396	-0.133	-0.492	-0.409
	有意確率(両側)	0.847	0.583	*0.015	0.876	0.129	0.622	0.053	0.116	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
3符合	Pearsonの相関係数	0.191	-0.033	-0.303	-0.155	0.043	0.206	0.212	-0.187	
有意確率(両側)	0.479	0.903	0.253	0.566	0.873	0.443	0.430	0.487		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		
5絵画配列	Pearsonの相関係数	-0.085	0.035	0.377	-0.190	-0.363	-0.303	-0.240	-0.312	
有意確率(両側)	0.764	0.900	0.166	0.497	0.183	0.272	0.388	0.257		
N	15	15	15	15	15	15	15	15		
7積木模様	Pearsonの相関係数	-0.145	-0.164	0.224	-0.044	-0.294	0.040	-0.321	-0.360	
有意確率(両側)	0.593	0.544	0.405	0.872	0.269	0.884	0.225	0.171		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		
9組合せ	Pearsonの相関係数	0.200	-0.444	0.000	-0.504	0.240	0.299	0.056	-0.129	
有意確率(両側)	0.459	0.085	0.999	*0.047	0.371	0.260	0.838	0.634		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		
11記号探し	Pearsonの相関係数	-0.142	0.074	0.356	-0.084	-0.250	0.227	-0.420	-0.040	
有意確率(両側)	0.600	0.786	0.176	0.758	0.350	0.398	0.106	0.884		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		
13迷路	Pearsonの相関係数	0.369	0.104	0.137	0.079	-0.425	-0.333	-0.489	-0.397	
有意確率(両側)	0.176	0.712	0.626	0.780	0.114	0.225	0.064	0.143		
N	15	15	15	15	15	15	15	15		
言語性IQ	言語性IQ	Pearsonの相関係数	-0.058	-0.029	0.301	-0.024	-0.254	0.348	-0.273	-0.314
	有意確率(両側)	0.830	0.916	0.258	0.929	0.342	0.186	0.306	0.236	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
	言語理解IQ	Pearsonの相関係数	-0.016	-0.101	0.218	-0.105	-0.263	0.329	-0.267	-0.294
	有意確率(両側)	0.952	0.709	0.417	0.699	0.326	0.214	0.317	0.268	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
	注意記憶IQ	Pearsonの相関係数	0.082	-0.108	-0.078	0.365	-0.311	-0.044	-0.211	-0.074
	有意確率(両側)	0.763	0.690	0.775	0.164	0.241	0.872	0.434	0.787	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
	2知識	Pearsonの相関係数	0.167	-0.043	0.198	-0.229	-0.094	0.303	-0.137	-0.416
	有意確率(両側)	0.536	0.875	0.461	0.393	0.728	0.253	0.613	0.109	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	
4類似	Pearsonの相関係数	-0.048	-0.294	0.198	-0.363	-0.127	0.500	-0.274	-0.417	
有意確率(両側)	0.859	0.268	0.463	0.167	0.640	*0.048	0.305	0.108		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		
6算数	Pearsonの相関係数	-0.108	0.002	0.083	0.250	-0.251	0.205	-0.193	-0.190	
有意確率(両側)	0.692	0.995	0.759	0.351	0.349	0.447	0.474	0.480		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		
8単語	Pearsonの相関係数	-0.183	0.256	0.326	0.460	-0.199	0.002	-0.151	-0.043	
有意確率(両側)	0.498	0.338	0.218	0.073	0.460	0.993	0.576	0.874		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		
10理解	Pearsonの相関係数	-0.001	-0.012	0.314	-0.189	-0.261	0.312	-0.264	-0.146	
有意確率(両側)	0.997	0.966	0.236	0.484	0.330	0.240	0.323	0.589		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		
12数唱	Pearsonの相関係数	0.383	-0.276	-0.360	-0.079	-0.323	-0.082	-0.165	-0.329	
有意確率(両側)	0.143	0.302	0.170	0.771	0.222	0.763	0.541	0.213		
N	16	16	16	16	16	16	16	16		

* : 相関係数は 5% 水準で有意(両側)

** : 相関係数は 1% 水準で有意(両側)